

## KARAKTERISTIK PAPAN PARTIKEL DARI BATANG PANDAN MENGKUANG (*Pandanus atrocarpus* Griff) BERDASARKAN UKURAN PARTIKEL DAN KONSENTRASI UREA FORMALDEHIDA

*The Characteristic of Particle Board Made From Pandan Mengkuang  
(Pandanus atrocarpus Griff) Stem Based on the Particle Size and the  
Concentration of Urea Formaldehyde*

**Daeng Maulana, Dirhamsyah, Dina Setyawati**

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Jalan Imam Bonjol Pontianak 78124

Email : daengmaulana103@gmail.com

### ABSTRACT

*This research is aimed to know the effect size of the particle and concentration adhesives of urea formaldehyde to physical and mechanical properties particle board. Particle board made from the stem of Pandan Mengkuang (*Pandanus atrocarpus* Griff) from Ambawang Subdistrict, the Regency of Kubu Raya. The size of the particle, which consists of the coarse particle size 4 - 6 meshes, the soft particle size 8 - 10 meshes. The level of urea formaldehyde used the were 10%, 12% and 14% from the basic material mass. Particle board is made with size 30 cm x 30 cm x 1 cm with target density of 0,6 g/cm<sup>3</sup> at a specific pressure of 25 kg/cm<sup>2</sup> and temperature of 150° C for 10 minutes. Evaluation of the physical properties and mechanical properties was conducted according to JIS A 5908-2003. The results of this research showed the average value based the density is around 0,58 g/cm<sup>3</sup> - 0,66 g/cm<sup>3</sup>, the moisture content is around 7,79% - 9,72%, thickness swelling is around 14,72% - 21,59%, water absorption is around 74,40% - 99,65%, modulus of elasticity is around 5122,05 kg/cm<sup>2</sup> - 10995,76 kg/cm<sup>2</sup>, modulus of rupture is around 109,22 kg/cm<sup>2</sup> - 194,15 kg/cm<sup>2</sup>, the internal bonding strength is around 2,74 kg/cm<sup>2</sup> - 3,59 kg/cm<sup>2</sup>, and the screws holding strength is around 52,06 kg - 77,09 kg. The best treatment for the physical and mechanical of particle board made from Pandan Mengkuang (*Pandanus atrocarpus* Griff) stem is the size of the coarse particle and urea formaldehyde concentration 14%.*

*Key words : Pandan mengkuang, particleboard, urea formaldehyde*

### PENDAHULUAN

Produktivitas hutan di Indonesia saat ini semakin menurun, namun seiring dengan pesatnya pertumbuhan populasi manusia maka kebutuhan akan kayu sebagai bahan baku bangunan, bahan panel-panel kayu maupun industri semakin meningkat. Salah satu usaha untuk mengatasi kekurangan bahan baku tersebut adalah dengan memanfaatkan bahan bukan kayu dan limbah perkebunan, serta yang mengandung lignoselulosa yang memiliki

potensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan panel kayu salah satunya adalah Pandan Mengkuang (*Pandanus atrocarpus* Griff) ini.

Pandan merupakan tumbuhan rawa air tawar yang sering digenangi air tawar dengan pH sekitar 6. Ekosistem tumbuhan pandan ini banyak ditemui di berbagai provinsi Kalimantan dengan luas penyebaran mencapai 1.845.963 ha atau 3,4% dari total wilayah Kalimantan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2011).

Salah satu jenis pandan yang banyak ditemui di Kalimantan khususnya di Kalimantan Barat adalah Pandan Mengkuang (*Pandanus atrocarpus* Griff).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel, kadar perekat serta interaksi kedua faktor berdasarkan sifat fisik dan mekanik papan partikel dari batang Pandan Mengkuang, dan untuk mengetahui ukuran partikel dan konsentrasi perekat yang menghasilkan sifat fisik dan mekanik papan partikel terbaik dari batang Pandan Mengkuang.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Wood Workshop dan Laboratorium Pengolahan Kayu Fakultas Kehutanan untuk persiapan bahan baku. Laboratorium PT. Duta Pertiwi Nusantara (DPN) untuk pengujian sifat fisik mekanik papan partikel. Penelitian dilakukan selama  $\pm 2$  (dua) bulan. Bahan yang digunakan adalah batang Pandan Mengkuang, perekat urea formaldehida, parafin, dan katalis. Alat yang digunakan antara lain parang, *band saw*, *hammermill*, ketam, ayakan, oven listrik, gelas ukur, timbangan analitik, alat pencetak contoh uji, mesin kempa, desikator, kaliper, alat uji sifat mekanik (*Universal Testing Machine*).

Batang Pandan Mengkuang dipotong sepanjang  $\pm 30$  cm, dibuang kulitnya,

kemudian dijadikan *chip* untuk digiling agar menjadi partikel. Partikel tersebut kemudian diayak dengan saringan lolos 4 mesh tertahan 6 mesh untuk mendapatkan partikel kasar dan lolos 8 mesh tertahan 10 mesh untuk mendapatkan partikel halus. Partikel yang telah diayak kemudian dioven dengan suhu  $\pm 90^{\circ}$  C selama  $\pm 5$  hari untuk mendapatkan kadar air  $\pm 5\%$ .

#### Perekat

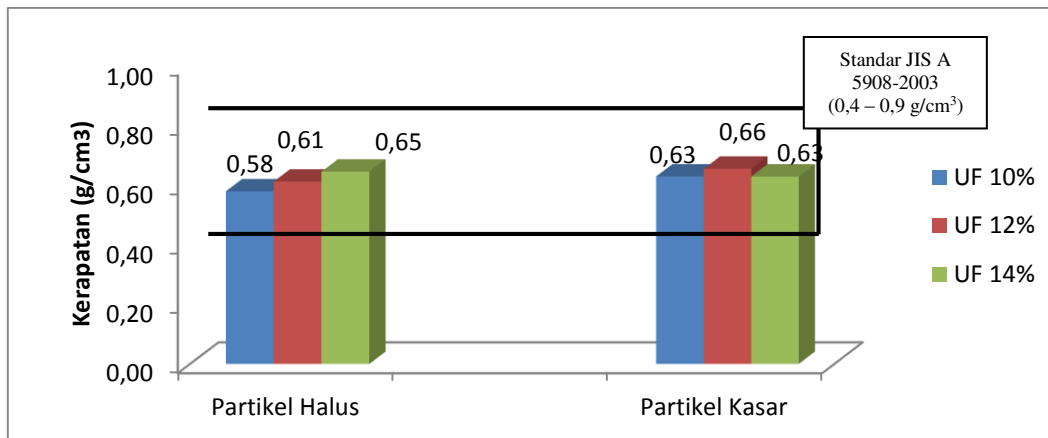
ureaformaldehida(SC52%)yang digunakan konsentrasinya bervariasi 10%, 12%, dan 14% dari berat kering bahan baku. Papan partikel yang dibuat berukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm, dengan target kerapatan 0,6 gr/cm<sup>3</sup>, serta tekanan kempa 150°C dan tekanan spesipik 25 kg/cm<sup>2</sup> selama 10 menit,kemudian dikondisikan pada suhu ruangan selama  $\pm 7$  hari.Pemotongan dan pengujian sampel mengacu pada standar JIS A 5908-2003. Pengujian meliputi kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, daya serap air, *Modulus of Elasticity* (MOE), *Modulus of Repture* (MOR), keteguhan rekat internal, kuat pegang sekrup. Penelitian menggunakan percobaan faktorial dalam rancangan acak lengkap dengan tiga kali ulangan.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Sifat fisik papan partikel

##### a. Kerapatan

Hasil pengujian kerapatan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Rerata Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ ) Papan Partikel Batang Pandan Mengkuang (*The average density ( $\text{g/cm}^3$ ) of particle board made from stem Pandan Mengkuang*)

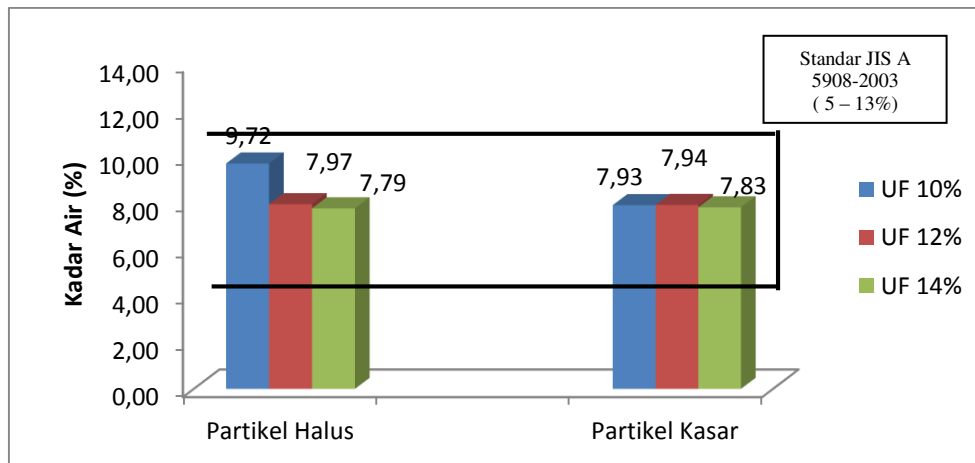
Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat yang digunakan maka semakin tinggi kerapatan papan partikel yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi perekat maka akan menambah berat total dari papan yang dihasilkan pada volume yang sama. Selain itu diduga dengan penambahan jumlah perekat akan meningkatkan kekompakan ikatan antar partikel, karena ruang kosong yang terdapat didalam papan tersebut akan semakin kecil, sehingga dengan demikian kerapatan akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Shmulsky dan Jones (2011) bahwa kerapatan papan partikel dipengaruhi oleh kerapatan bahan baku, konsentrasi perekat serta bahan

tambahan lainnya dalam pembuatan papan partikel.

*Japanese Industrial Standard* (JIS A 5908-2003), mensyaratkan nilai kerapatan papan partikel sebesar  $0,4 - 0,9 \text{ g/cm}^3$ , dengan demikian semua nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan pada penelitian ini bervariasi maka parameter pengujian selanjutnya dihitung dan dikoreksi berdasarkan kerapatan sasaran yaitu  $0,6 \text{ g/cm}^3$  agar diperoleh nilai perbandingan yang tepat.

#### b. Kadar Air

Nilai rerata kadar air disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Rerata Kadar Air (%) Papan Partikel Batang Pandan Mengkuang (*The average moisture content (%) of particle board made from stem Pandan Mengkuang*).

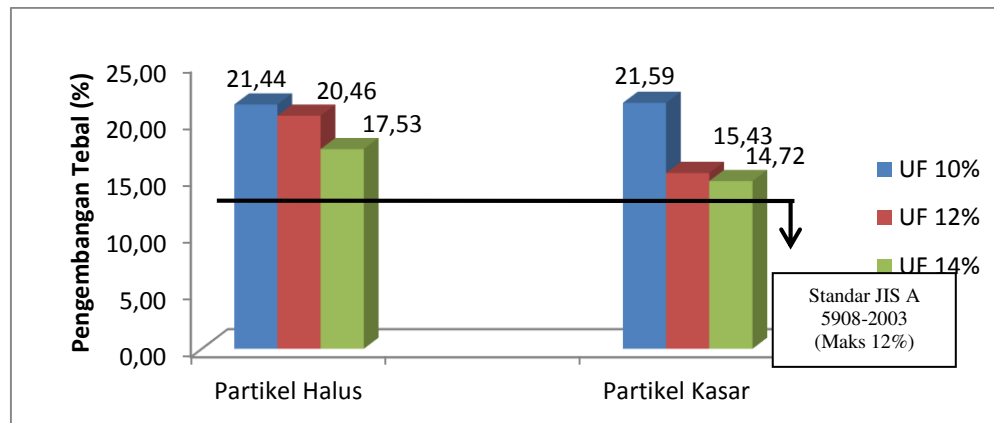
Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel menggunakan ukuran partikel halus memiliki nilai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan papan partikel menggunakan partikel kasar. Hal ini diduga karena papan partikel menggunakan partikel halus dalam berat yang sama memiliki jumlah partikel yang lebih banyak dibandingkan papan partikel menggunakan partikel kasar. Banyaknya jumlah partikel dapat mempengaruhi kemampuan papan menyerap air pada saat proses pengkondisian, oleh sebab itu kandungan air yang terdapat pada papan partikel menggunakan partikel halus lebih besar dibandingkan dengan papan partikel menggunakan partikel kasar.

Penambahan konsentrasi urea formaldehida juga dapat menurunkan nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan. Dari hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi konsentrasi perekat maka nilai kadar air papan partikel cenderung semakin

menurun. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan perekat, sebagian air yang terdapat di dalam pori-pori papan partikel batang Pandan Mengkuang akan terdesak dan keluar pada saat pengempaan, sehingga kadar air akan berkurang. Selain itu penambahan konsentrasi perekat akan membuat ikatan yang kuat antar partikel. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ruhendi dan Putra (2011) tentang sifat fisis dan mekanis papan partikel dari batang dan cabang kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar perekat maka nilai kadar air suatu papan partikel akan semakin menurun. Standar JIS A 5908-2003 mensyaratkan nilai kadar air papan partikel sebesar 5 - 13%, dengan demikian nilai kadar air papan partikel pada penelitian ini telah memenuhi standar yang ditetapkan.

#### c. Pengembangan Tebal

Hasil pengujian pengembangan tebal disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai Rerata Pengembangan Tebal(%) Papan Partikel Batang Pandan Mengkuang (*The average thickness swelling (%) of particleboard made from stem Pandan Mengkuang*)

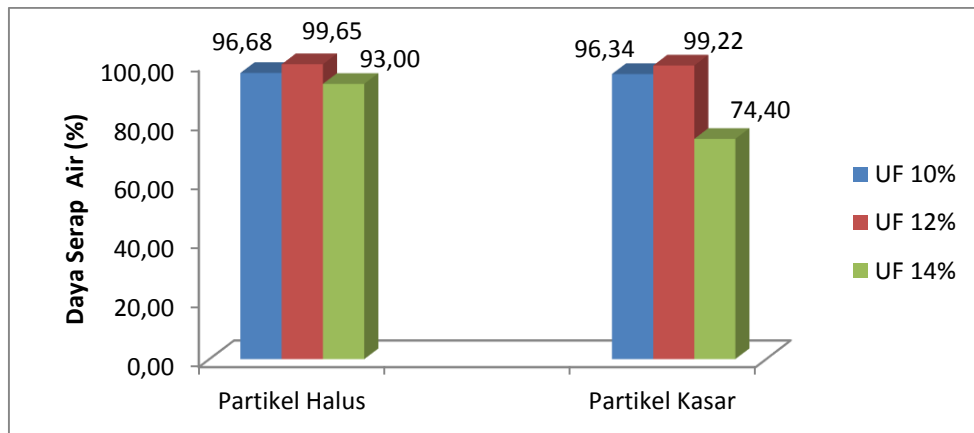
Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel dengan ukuran partikel kasar memiliki nilai pengembangan tebal lebih kecil dibandingkan papan partikel dengan partikel halus. Hal ini diduga bahwa ukuran partikel halus memerlukan jumlah partikel yang lebih banyak dibandingkan papan partikel menggunakan partikel kasar dengan berat partikel sama. Banyaknya jumlah partikel yang digunakan dapat mempengaruhi nilai pengembangan tebal suatu papan karena semakin banyak partikel yang digunakan maka semakin besar potensi papan untuk menyerap air dan pengembangan tebalnya juga akan semakin meningkat. Penambahan konsentrasi perekat urea formaldehida juga dapat menurunkan nilai pengembangan tebal papan partikel yang dihasilkan. Penelitian

Mariani (2010) tentang komposisi kimia batang Pandan Mengkuang (*Pandanus atropurpus* Griff) sebagai bahan baku alternatif pulp, menyatakan bahwa tingginya kadar hemiselulosa yang dikandung oleh batang Pandan Mengkuang menyebabkan serat menjadi fleksibel dan berpengaruh pada tingginya penyerapan air dan pengembangan tebal.

*Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908-2003*, mensyaratkan nilai pengembangan tebal papan komposit maksimal 12%. Semua papan partikel yang dihasilkan pada penelitian ini tidak memenuhi standar JIS A 5908-2003.

#### d. Daya Serap Air

Hasil pengujian daya serap air disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Rerata Daya Serap Air (%) Papan Partikel Batang Pandan Mengkuang (*The average water absorption (%) of particleboard made from stem Pandan Mengkuang*).

Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel menggunakan ukuran partikel kasar memiliki nilai daya serap air lebih rendah dibandingkan papan partikel menggunakan ukuran partikel halus.

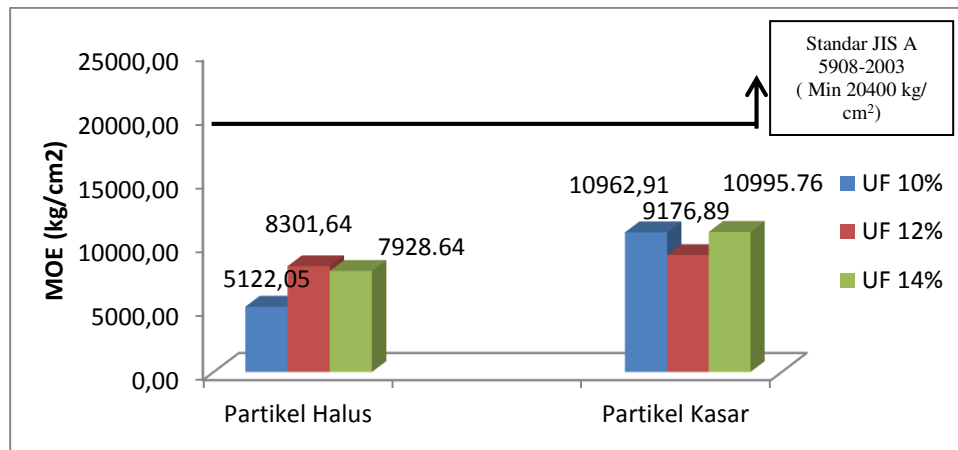
Menurut Kahfi (2007) dalam Sunarti dkk (2014), penyerapan air oleh papan partikel dipengaruhi oleh faktor - faktor antara lain volume rongga atau ruang kosong yang dapat menampung air di antara partikel, adanya saluran kapiler yang menghubungkan ruang kosong atau satu sama lainnya, luas permukaan partikel yang tidak dapat ditutupi perekat dan dalamnya penetrasi perekat dalam partikel. Tingginya

nilai daya serap air ini juga disebabkan oleh sifat dari bahan baku batang Pandan Mengkuang yang dapat dengan mudah menyerap dan menyimpan air karena tingginya nilai kadar hemiselulosanya. Menurut Mariani (2010) tingginya kadar hemiselulosa yang dikandung oleh batang Pandan Mengkuang menyebabkan serat menjadi fleksibel dan berpengaruh pada tingginya penyerapan air.

### Sifat mekanik papan partikel

#### a. *Modulus of Elasticity* (MOE)

Hasil pengujian *Modulus of Elasticity* (MOE) disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Rerata MOE (kg/cm<sup>2</sup>) Papan Partikel Batang Pandan Mengkuang (*The average MOE (kg/cm<sup>2</sup>) of particle board made from stem Pandan Mengkuang*).

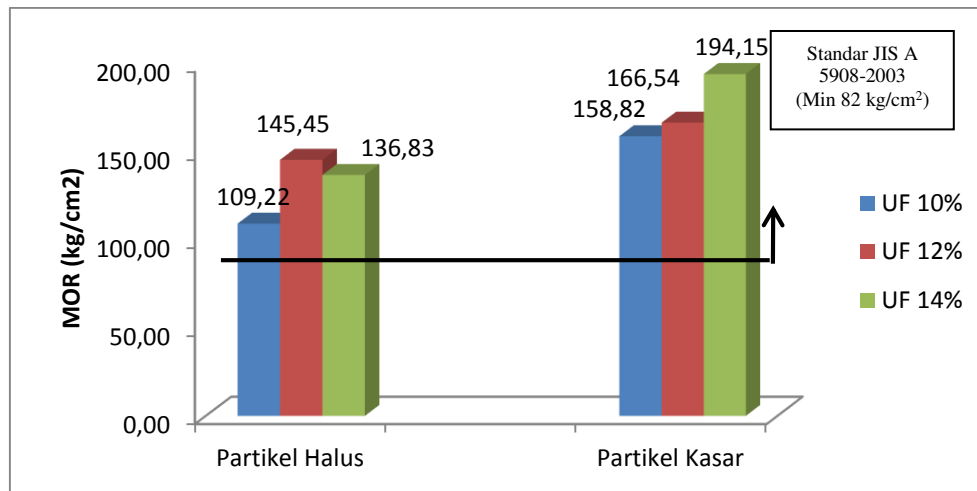
Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel dengan ukuran partikel kasar memiliki nilai modulus elastisitas yang lebih besar. Hal ini dikarenakan dimensi partikel yang lebih besar dapat menyalurkan tekanan dari beban yang diterima lebih baik dibandingkan dengan ukuran partikel halus (dimensi partikel yang digunakan lebih kecil). Menurut Indrayani (2001) semakin kasar ukuran partikel maka nilai modulus elastisitasnya semakin tinggi. Peningkatan konsentrasi perekat juga dapat memperbesar nilai modulus elastisitas papan partikel karena semakin besar konsentrasi perekat maka ikatan antar partikel yang disebabkan oleh perekat dapat semakin kuat. Hasil

penelitian Ruhendi dan Putra (2011) tentang sifat fisis dan mekanis papan partikel dari batang dan cabang kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi urea formaldehida maka semakin tinggi nilai modulus elastisitasnya.

*Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908 – 2003*, mensyaratkan nilai modulus elastisitas papan komposit minimal 20400 kg/cm<sup>2</sup>, maka semua papan partikel yang dihasilkan tidak memenuhi standar JIS A 5908 – 2003.

b. Modulus Patah (*Modulus of Rupture/ MOR*).

Hasil pengujian *Modulus of Rupture (MOR)* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai Rerata MOR(kg/cm<sup>2</sup>)Papan Partikel Batang Pandan Mengkuang (*The average MOR (kg/cm<sup>2</sup>) of particle board made from stem Pandan Mengkuang*).

Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel dengan ukuran partikel kasar memiliki nilai keteguhan patah yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan papan partikel menggunakan partikel kasar dimensi partikelnya lebih besar sehingga dapat menyalurkan tekanan dari beban yang diterima lebih baik dibandingkan dengan papan partikel menggunakan partikel halus. Menurut penelitian Gultom dkk., (2013) tentang sifat fisik mekanik papan partikel jerami Padi menunjukkan bahwa semakin kasar ukuran partikel maka semakin tinggi nilai keteguhan patahnya. Peningkatan konsentrasi perekat juga dapat meningkatkan nilai keteguhan patah papan partikel, karena semakin besar konsentrasi perekat maka ikatan antar partikel yang disebabkan oleh perekat dapat semakin kuat. Santoso dan Iskandar (2009) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar resin suatu perekat, maka semakin tinggi nilai MOR dan MOE.

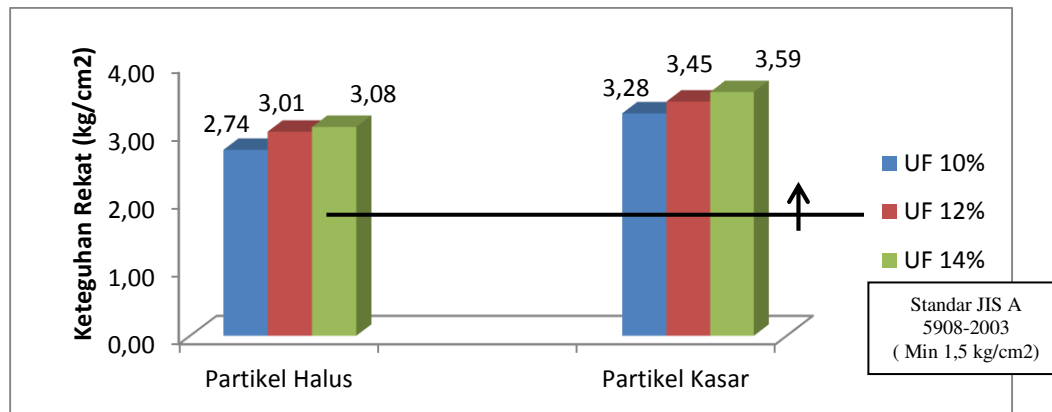
Hasil penelitian Suherti dkk., (2014) tentang sifat fisik dan mekanik papan partikel dari kulit Durian (*Durio* sp) dengan konsentrasi urea formaldehida yang berbeda, menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi urea formaldehida maka semakin tinggi nilai keteguhan patah papan partikel yang dihasilkan.

*Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908 – 2003*, mensyaratkan nilai modulus MOR papan partikel minimal 82 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai MOR penelitian ini melebihi standard yaitu berkisar antara 109,2151 kg/cm<sup>2</sup> – 194,1474 kg/cm<sup>2</sup>.

#### c. Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bonding/ IB*)

Hasil pengujian keteguhan rekat internal (*Internal Bonding/ IB*) disajikan pada Gambar 7.





Gambar 7. Nilai Rerata IB(kg/cm<sup>2</sup>)Papan Partikel Batang Pandan Mengkuang  
(The average IB (kg/cm<sup>2</sup>) of particle board made from stem Pandan Mengkuang).

Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel menggunakan ukuran partikel kasar memiliki nilai keteguhan rekat internal lebih tinggi dibandingkan papan partikel menggunakan ukuran partikel halus. Hal ini diduga semakin kasar partikel yang digunakan maka dimensi partikel semakin besar sehingga mengakibatkan gaya yang didapat dalam pengujian dapat disalurkan dan nilai keteguhan rekat internalnya lebih tinggi dibandingkan papan partikel menggunakan partikel halus yang dimana dimensi partikelnya lebih kecil.

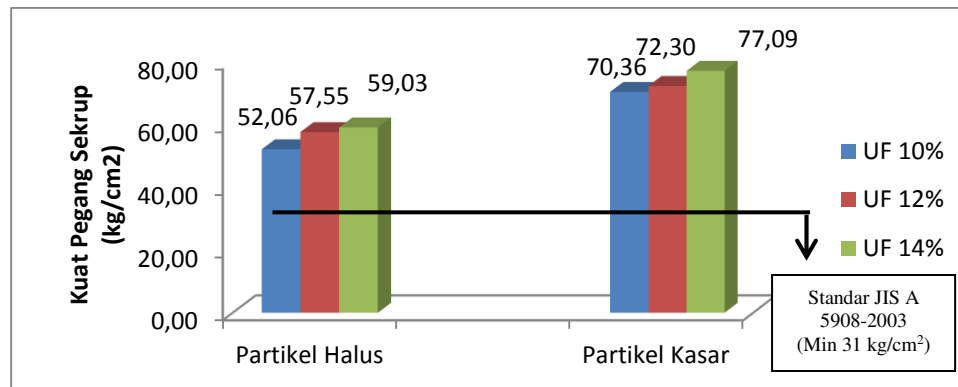
Hasil penelitian Indrayani (2001) tentang sifat fisik mekanik papan partikel dari kayu Nibung (*Caryota rumphianna* BI ex mart) menunjukkan bahwa papan partikel menggunakan partikel kasar memiliki nilai keteguhan rekat internal yang lebih baik dibandingkan papan partikel menggunakan partikel halus. Peningkatan konsentrasi perekat juga dapat meningkatkan nilai keteguhan rekat internal papan partikel, menurut penelitian Sulastiningsih dkk.,

(2009) tentang pengaruh kadar perekat terhadap sifat papan partikel Bambu, yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat maka semakin tinggi pula nilai keteguhan rekat internal papan partikel yang dihasilkan. Bowyer dkk., (2003) menyatakan bahwa sifat keteguhan rekat akan semakin baik dengan bertambahnya perekat yang digunakan dalam proses pembuatan papan partikel.

Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908 – 2003, mensyaratkan nilai keteguhan rekat internal papan partikel minimal 1,5 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai keteguhan rekat internal dalam penelitian ini berkisar antara 2,74 kg/cm<sup>2</sup> – 3,59 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan demikian semua nilai keteguhan rekat internal pada papan partikel batang Pandan Mengkuang memenuhi standar JIS A 5908 – 2003 yang disyaratkan.

#### d. Kuat Pegang Sekrup.

Hasil pengujian kuat pegang sekrup disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai Rerata Kuat Pegang Sekrup(kg) Papan Partikel Batang Pandan Mengkuang (*The average screw holding strength (kg) of particle board made from stem Pandan Mengkuang*).

Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel menggunakan ukuran partikel kasar memiliki nilai kuat pegang sekrup lebih tinggi dibandingkan papan partikel menggunakan ukuran partikel halus. Diduga papan partikel menggunakan ukuran partikel kasar memiliki daya cengkram sekrup lebih kuat dibandingkan papan partikel menggunakan partikel halus. Hasil ini didukung oleh penelitian Abdurachman dan Hadjib (2011) tentang sifat papan partikel dari kulit kayu manis (*Cinnamomum burmanii* BL) yang menyatakan bahwa semakin kasar partikel yang digunakan maka nilai kuat pegang sekrup semakin tinggi.

Hasil penelitian Fajarwati dkk., (2009) tentang sifat fisis dan mekanis papan partikel jerami dengan variasi kada perekat urea formaldehida dan isocianat menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekatnya dapat membuat ikatan yang semakin kuat antara partikel sehingga nilai kuat pegang sekrup juga semakin meningkat. Menurut Alghiffari

(2008) semakin tinggi kadar perekat semakin tinggi kuat pegang sekrup papan partikel, hal tersebut dikarenakan semakin kompaknya partikel dalam papan sehingga lebih kuat menahan sekrup

*Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908 – 2003*, mensyaratkan nilai kuat pegang sekrup papan partikel minimal 31 kg. Nilai kuat pegang sekrup dalam penelitian ini berkisar antara 52,0577 kg – 77,0934 kg, dengan demikian semua nilai kuat pegang sekrup papan partikel batang Pandan Mengkuang telah memenuhi standard JIS A 5908 – 2003 yang disyaratkan.

## KESIMPULAN

Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa faktor ukuran partikel berpengaruh nyata terhadap kadar air, MOE, MOR, IB, kuat pegang sekrup yang dihasilkan. Sedangkan faktor konsentrasi urea formaldehida dan interaksi hanya berpengaruh nyata terhadap kadar air papan partikel. Semua sifat fisik dan mekanik papan partikel yang diuji telah

memenuhi standar JIS A 5908 – 2003, kecuali pada pengembangan tebal dan MOE papan. Perlakuan terbaik untuk sifat fisik dan mekanik papan partikel dari batang Pandan Mengkuang (*Pandanus atropurpureus* Griff) adalah pada perlakuan ukuran partikel kasar dan konsentrasi urea formaldehida 14%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alghiffari AF. 2008. *Pengaruh Kadar Resin Perekat Urea Formaldehida terhadap Sifat-sifat Papan Partikel dari Ampas Tebu*. Skripsi Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Abdurachman dan Hadjib N. 2011. *Sifat Papan Partikel dari Kayu Kulit Manis (Cinnamomum burmanii BL)*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol 29, No 2:128-141. Bogor.
- Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. 2003. *Forest Product and Wood Science An Introduction*. Fourth Edition. Iowa State Press.
- Fajarwati R, Suryana J, Hermawan D. 2009. *Sifat Fisik dan Mekanis Papan Partikel Jerami dengan Variasi Kadar Perekat Urea Formaldehida dan Isocyanate*. Prosiding Simposium Nasional I Forum Teknologi Hasil Hutan (FTHH): 98-108. Bogor.
- Gultom LA, Dirhamsyah M, Setyawati D. 2013. *Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel Jerami Padi*. Jurnal Hutan Lestari Vol 1, No 3: 458-465, (2013). Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Indrayani Y. 2001. *Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel Kayu Nibung (Caryota rumphianna BI ex mart)*. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Japanese Industrial Standard A 5908. 2003. *Particle Board, Japanese Industrial Standard*. Japanese Standards Association.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2011. *Hutan Kalimantan*. Status Lingkungan Hidup Ekoregion Kalimantan Tahun 2011.
- Mariani Y. 2010. *Komposisi Kimia Batang Pandan Mengkuang (Pandanus atropurpureus Griff) Sebagai Bahan Baku Alternatif Pulp*. Jurnal Penelitian Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Ruhendi S dan Putra E. 2011. *Sifat Fisik dan Mekanis Papan Partikel dari Batang dan Cabang Kayu Jabon (Anthocephalus cadamba Miq)*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan 4(1): 14-21 (2011). Bogor.
- Santoso A dan Iskandar MI. 2009. *Kualitas Papan Partikel dari Limbah Batang Jagung yang Menggunakan Perekat Urea Formaldehida*. Prosiding Simposium Nasional I Forum Teknologi Hasil Hutan (FTHH): 119-127. Bogor.
- Shmulsky R dan Jones PD. 2011. *Forest Products and Wood Science An introduction*. Sixth Edition. Publish by A John Wiley & Sons, Inc.



- Suherti, Diba F, Nurhaida. 2014. *Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel dari Kulit Durian (Durio sp) dengan Konsentrasi Urea Formaldehid yang Berbeda*. Jurnal Hutan Lestari Vol 2, No 3:510-516, (2014). Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Sunarti, Setyawati D, Nurhaida. 2014. *Sifat Fisik Mekanik dan Keawetan Papan Partikel dari Limbah Batang Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq)*. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Sulastiningsih IM, Novitasari, Turoso A. 2009. *Pengaruh Kadar Perekat Terhadap Sifat Papan Partikel Bambu*. Jurnal Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.